

# 亚运会软件系统测试初探

北京航空航天大学计算中心 郁卫中 管叶茂 李志强 李振格 马淑华

**摘要:** 本文论述了亚运会软件测试中所采用的各种技术,所研制的各类测试工具,初步探索了大型软件测试技术中的各种问题。为进一步开展软件测试工作提供参考。

1990年在北京举行的第十一届亚运会是迄今为止在我国举行的规模最大的国际体育盛会。为保障亚运会能高水平、高质量、高可靠地有条不紊地进行和提供快速、准确、全面的信息服务。第十一届亚运会计算机工程分指挥部组织研制了一套功能较齐全的综合信息处理系统,这套综合信息处理系统的软件质量将直接影响到亚运会的安全顺利进行。为此,我们测试小组承担了综合成绩处理系统(Result Informaiton Processing System) 的软件测试任务,经过一年多的艰苦努力工作,顺利地完成了任务。现对该项测试工作总结如下:

## 一、概述:

### 1.RIS 软件系统简介

亚运会软件系统是一个我国自行研制的规模最大,功能最齐全的综合体育信息处理系统。整个系统配备有几十台计算机,较齐全的计算机网络系统。软件功能较为复杂。其主要功能包含有如下六个方面。

- 综合信息处理系统 (RIS)
- 电子信息服务系统 (EIS)
- 人员注册管理信息系统 (PIS)
- 事务处理信息系统 (TIS)
- 计算机辅助体育分析系统 (CAS)
- 监视与运行控制系统 (MRS)

其间的简单关系如下图 1 所示:

其中 RIS 系统是该系统的核心之一。其系统结构与功能简要说明如下:

#### (1) RIS 的系统结构:

- RIS 系统由以下三部分组成:

- a. RIS 的 29 个现场机系统
  - b. RIS 的 4381 主机系统
  - c. RIS 的 Stratus 备份机系统
- 这几部分的信息流与 EIS 系统的关系如图 2 所示:

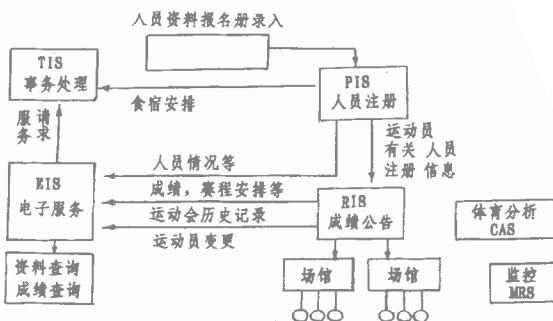


图 1

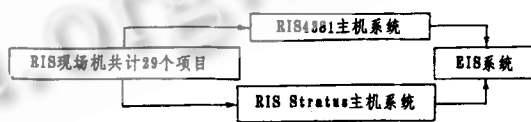


图 2

该系统的结构采用集散式系统,即分散采集数据进行初步加工,然后通过计算机通讯网络把数据传送到 RIS4381 主机系统。

#### (2) RIS 系统的功能说明:

- 信息采集,接收与处理,
  - a. 各现场采集数据,初步加工
  - b. 主机从现场接收数据
  - c. 数据存贮管理
  - d. 综合成绩处理

e. 奖牌统计(按项目, 国家等)

f. 检查破记录情况。

(2) 向 EIS 发布信息

(3) 编印各类成绩公告

- 编印成绩快报
- 编印每日综合成绩公告
- 编印次日综合赛程

(4) 编印总成绩册等。

### 3. RIS4381 主机软件测试任务

任一大型软件在研制过程中总会包含有一定量的故障或缺陷。软件测试的任务是尽可能多地发现软件中现存的故障与缺陷, 消除故障。提高软件可靠性, 从而保证软件的质量。保证在它工作期间运行正常。

由于软件的复杂性, 所以对一个大型软件的测试是一项十分困难、艰巨的任务。根据软件工程专家长期研究表明: 一般软件测试费用占整个软件研制经费的 40%, 可见其工作量之庞大与繁重。

根据亚运会计算机工程分指挥部的要求, 测试工作包括以下几部分。

(1) 接口评审与测试, 包括 RIS 与其它子系统的接口评审, RIS 中各模块间的接口测试。

(2) 通讯测试, 由于该系统是一个集散式系统, 所以通讯系统的质量是至关重要的。

(3) 模块测试。

(4) 数据流测试: 即黑盒子测试。

(5) 初步的结构分析, 即白盒子测试。

(6) 路径测试, 以保证测试过程中, 以子程序为单位使各模块各态历径等。下面将说明测试工作。

## 二、RIS 测试中所采用的技术与相应研制的测试工具。

### 1. 接口评审与测试:

在计算机系统中接口关系是十分重要而且容易产生故障, 许多系统经常由于接口关系不一致而导致失败。

针对亚运会的具体情况, 把接口关系分为二类:

第一类: RIS4381 主机系统与 EIS 系统、RIS 现场机的接口关系。

第二类: RIS4381 主机系统中各模块间接口参数关

系。

为此, 我们采用以下三种途径进行评审与测试。

通过由设计组提供的有关文档, 对这些文档进行认真的阅读, 评审, 找出其中不一致性及可能出问题的隐患。

- 通过现场测试, 对接口的一致性进行测试。

通过由计算机工程指挥部组织的几次预演, 我们选定若干个比赛项目, 在 RIS 现场, RIS4381 主机与 EIS 电子查询系统等, 进行现场测试统计分析。查出接口中存在的问题与不一致性且提出测试报告和改进意见。

- 通过对 RIS4381 主机源程序进行黑、白盒子测试, 从中找出接口中存在的问题。

### 2. 黑盒测试

黑盒测试又叫功能测试, 即把各功能模块视为一黑盒子, 不管其内部结构, 从功能角度对它进行测试。这是软件测试中较常用且有效的测试方法。这里我们采用以下几种方法。

(1) 测试用例的设计。

在黑盒测试中, 测试用例的设计与产生是一个核心问题。测试用例设计的好与差对测试效果是至关重要的。一般测试用例中的数据应包括以下三类。

- 正常、合理的数据,
- 非正常、不合理的数据,
- 边界数据。

由于 RIS 主机系统是采用通用的处理二十九个现场比赛项目数据的方法。因此其数据的处理量较大, 每次处理的类型、结构都不一样。形式多种多样。随机性很大。为了进行有效的测试, 在设计测试用例之前首先进行对其系统的外部规范进行分析, 划分等价等, 即按二十九个现场。每现场的几类报表及处理逻辑进行等价类划分, 及进行可能出错的情况猜测, 制定测试用例的设计总则。在此基础上, 为了产生测试用的模拟的测试用例, 我们自行研制、开发一个 RIS 系统的数据与报表分析及测试用例生成通用工具 ASIATT。

该工具具有如下功能:

- 生成各种类型的测试数据: 如实型、整型、字符型字符串、逻辑型, 日期型, 时间型, 汉字型, 枚举型等。
- 针对使用者的特殊要求(如测试数据的某些项需要从某一事件集合中挑选)只要给出该测试数据集的文

件即可从中随机得到数据项。

- 对测试数据可以按要求产生符合定义域的任何值,也可以产生边界值,超出范围值与不相符合的数据型。另外也可以用某值为中心,任意给定入值,满足正态分布的各种数据。

- 可以产生任意长度、任意组合要求的字符串。汉字是按区位码产生的。其汉字的正确率为百分之百。

- 该工具包含有 30 个均匀分布和 30 个正态分布的随机数发生器。

- 可以自动分析亚运会中的报表,生成有关测试用例数据的描述,生成测试用例。

使用上述工具,顺利地按等价类划分准则,产生了许多测试用例,这些用例有正常的,也有非法的,也有属于边界状态的,用于检验测试各模块功能。实践证明该工具是有效的,为完成黑盒子测试提供条件。

## 2. 白盒测试

白盒测试即结构测试。即从源程序出发,进行结构分析,测试其中存在的问题与隐患。由于时间紧迫,已不能研制面向 PL/I 语言的静态结构分析工具,进行源程序的结构分析,而是采用人工会审源程序的方法对其进行测试,为此我们组织一部分同志,对 RIS 主机系统研制组提供的源程序进行分析,阅读了全部源程序,在没有说明的条件下,找出各程序间的依赖关系。画出框图及各变量的含义。

按如下条件进行逐一审查:

- 数据引用错误
- 模块间的接口错误
- 数据说明错误
- 数据处理错误
- 控制错误
- 数据初值错误
- 数据库处理错误等。

对源程序会审之后就其不足之处已向工程指挥部与 RIS 研制组提出修改意见。除此之外,为进一步测试提供了良好的基础。

## 3. 黑白盒相结合测试

由于黑盒测试根本不考虑其内部结构,所以单用黑盒测试有许多缺陷。例如,可能经过大量测试用例测试后,其中的一些模块仍没有经过。即这些模块中产生的

错误无法发现等。所以在单项进行黑、白测试的基础上,我们考虑二者相结合的测试。进行如下几方面测试工作。

- 把测试用例划分为等价类。争取每类都有测试用例。

- 以子程序为单位的路径复盖检验。即要求在这些测试用例中,至少每个子程序都被执行过。而且进行以子程序为单位进行执行复盖次数统计与分析。

为此,我们研制了相应的二个工具:

- YAYUN: 面向 PL/I 语言的探针插入工具

- STAT: 与 YAYUN 相配合的路径复盖统计工具。

这二个工具的功能简单说明如下:

(1) YAYUN 探针插入工具的功能说明:

- 任一源程序经过 YAYUN 探针插入工具加工之后,其功能与执行路径不变。

- 对该源程序中以子程序为单位,被插入探针,对源程序的子程序。

或没有源程序的子程序或函数子程序,在摺行时都可以有路径跟踪。

- 同时输出该源程序中所使用的所有子程序名清单。以便为 STAT 工具进行统计分析使用。

(2) STAT: 路径复盖统计工具的功能说明:

- 对以子程序为单位,进行复盖统计分析。

- 指出未被执行的子程序名。

我们使用这二个工具。对许多测试用例进行复盖分析,仍发现有 2 个子程序没有被执行。结合源程序会审,找出其原因,设计相应的测试用例,以达到以子程序为单位 100% 被执行复盖。

通过测试实践证明,所使用的测试方法与相应的测试工具是有效的,达到了相应的目标。

## 4. 通讯测试

由于亚运会计算机 RIS 系统是一个集散式系统,数据通讯的正确与否是一个至关重要的环节。为此我们从宏观上进行通讯线路的误码率测试。

我们采用由二个完全相同的大信息量文件组,(大约 720 KB, 而一个报表一般为 1 KB 左右)。从现场传输到 RIS4381 主机系统,然后用专用比较软件进行比较。并进行误码率统计。

经过多次测试,每次都发现有 1-2byte 出错。向研制组报告,后检查出其传输软件有缺陷,改正后消除了隐患。

### 三、结论与几点意见

#### 1. 结论

经过一年时间的测试工作。发现该系统存在以下隐患。

(1) 主机系统所接收的各现场的数据,缺少类型、范围与合理性检验。所以在出现张冠李戴的错误时,系统仍继续工作,没有错误信息或错误处理功能。为了要确保系统正常安全工作,必须加强各环节的数据正确性检查。

(2) 通讯系统中对大文件传输时,存在有隐患,后已修正。

(3) 总体上说,系统缺少错误排除功能,表现为较脆弱。

#### 2. 几点意见

(1) 我们初步尝试了对一个大型软件了测试。采取各种措施,取得了些结果。为保证 RIS4381 主机系统的软件质量做了我们应做的工作。

(2) 一个大型软件的测试是一项十分艰巨、复杂的工作,要做得比较完美是十分困难的。由于我们水平有限与时间仓促等各种条件限制,还有些工作没有做。如研制功能较齐全的面向 PL/I 语言的静态结构分析测试工具等。

(3) 目前普遍存在的对软件测试工作不甚重视,一般从软件工程、软件可靠性角度,口头上都承认应该要进行软件测试。但在实践上都把调试与现场排练或调试代替软件测试,这给软件测试工作的开展将会带来各种困

难。

(4) 软件测试工作的开展要得到软件研制组的支持与配合是测试工作成败的关键。

软件测试与软件研制是一对对立统一的矛盾体。而且对立的因素更为突出。这里若处理不当,产生对立情绪,则测试工作更寸步难行。

我们在测试工作开展过程中,主动与研制组讨论问题,提出对研制工作的各种意见,且比较主动收集各种资料,这样得到研制组的支持。测试工作才能得以较正常开展。

(5) 如何处理研制组在研制过程中不断修改,有时甚至是较大规模的修改与测试工作的要求相对静止状态是在进行测试工作遇到较困难的问题。我们采取了一些措施,即研制一些工具,以缩短重复测试的过程,但仍没有很好解决这一困难。

(6) 由于软件复杂性及人们思维出错的随机性,软件中的故障或隐患可能存在于任一个环节与部位。可能是在复杂的情况,也可能出现在很简单的情况。所以软件测试工作要尽可能做得全面。在可能的情况下要进行全面测试,不要单凭主观想象某步不会出错而放弃测试工作。在测试工作中就有此例,我们原以为通讯软件是较成熟,使用得也最多,不会出错。但实际测试中却发现其中也有错误。

#### 参考文献:

1.《计算机软件测试技巧》Glandford J. Mgers etc. 周兰英郑人杰译,清华大学出版社,1985,7.

2. *Software Defect Removal*, Robert H. Dunn McGraw-Hill Book Company 1984.

3. 亚运会 RIS 主机系统需求规格说明书及软件开发说明书,1989.

